
Pronóstico de la relación entre tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa desempleo en Colombia entre enero del 2010 hasta diciembre de 2018 mediante un modelo ARIMAX de series de tiempo.



Presentado por
**Irma Andrea
Guevara
Bernal Nidia
Nidia Milena
Guevara
Bernal**

LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C, Colombia

2019

**Pronóstico de la relación entre tasa de
subempleo subjetivo por competencias y la tasa
desempleo en Colombia entre enero del 2010
hasta diciembre de 2018 mediante un modelo
ARIMAX de series de tiempo.**

LOS LIBERTADORES

Presentado por

Irma Andrea Guevara Bernal

Nidia Milena Guevara Bernal

en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar al título

De

**Especialista en Estadística
Aplicada**

Dirigida por

MSc. Sebastián

Lozano Forero

Profesor

Notas de aceptación



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá DC, Septiembre de 2019.



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores y a los resultados de su trabajo.

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres porque con el amor, la paciencia y la abnegación de ellos, podemos ver ahora el cumplimiento de este anhelo cuando pensábamos estudiar esta especialización. A ellos, que lo merecen todas las alegrías que nosotras les podamos dar, este proyecto es de ellos.



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Agradecimientos

En este hermoso logro primero queremos agradecer a Dios por su amor y su bondad para con nosotras, pues ha habido momentos en los que hemos querido dejar proyectos como esta especialización por diferentes situaciones, pero su fortaleza nos ha ayudado en todo momento y hoy vemos culminada nuestra especialización.

A nuestros padres John Guevara e Irma Bernal, que han sido pacientes y han respaldado cada proyecto que emprendemos porque siempre han considerado que somos capaces de desarrollar todo lo que nos proponemos. Han sido nuestro apoyo, nuestra visión y cada logro que tenemos no es propio sino siempre es dedicado para ellos.

A la universidad los Libertadores por abrir programas como la Especialización de Estadística Aplicada pues nos permitió cumplir el anhelo de estudiar lo que desde que nos graduamos del pregrado queríamos.

Índice General

Contenido

Introducción	1
Planteamiento del Problema	3
Objetivos	3
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Justificación.....	4
Marco Teórico.....	6
Mercado de Trabajo	6
Equilibrio Del Mercado De Trabajo En La Escuela Económica Clásica y Neoclásica ...	6
Equilibrio Del Mercado De Trabajo En La Escuela Keynesiana	7
El Subempleo Como Desequilibrio Del Mercado De Trabajo.....	9
Clasificación del subempleo.....	10
Relación entre el desempleo y subempleo.....	11
Series de tiempo	11
Principales componentes de las series de tiempo	11
Series de tiempo estacionarias	12
Series de tiempo no estacionarias	14
Metodología Box-Jenkins.....	15
Marco Metodológico.....	17
Tipo de investigación	17
Investigación exploratoria	17
Investigación descriptiva	17
Diseño Metodológico	18
Tipo de estudio	18
Área de estudio	18
Universo y muestra.....	18
Métodos e instrumentos de recolección de datos	18
Análisis y Resultados.....	20

Caracterización del comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo y la tasa de desempleo	20
Identificación de la estacionariedad tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia	22
Estimación del modelo	23
Validación de supuestos	25
Pronóstico del modelo	25
Conclusiones y Recomendaciones	27
Apéndice. Código en R	32

Tabla de Figuras

Figura 1. Equilibrio y desequilibrio del mercado de trabajo en la escuela clásica y neoclásica.	7
Figura 2. Equilibrio y desequilibrio del mercado de trabajo en la escuela Keynesiana. El subíndice 0 hace referencia al nivel de pleno empleo.....	8
Figura 3. Clasificación del subempleo de acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo	10
Figura 4. Proceso de iterativo de la metodología Box-Jenkins.....	16
Figura 5. Tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2010 - diciembre 2018.....	20
Figura 6. Tasa de subempleo subjetivo por competencias y tasa de desempleo en Colombia enero 2010 - diciembre 2018	21
Figura 7. Autocorrelograma y autocorrelograma parcial de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2010 - diciembre 2017	22
Figura 8. Evaluación gráfica de la pertinencia del modelo para la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia.....	24
Figura 9. Pronóstico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2018 - diciembre 2018	26

Lista de Tablas

Tabla 1. Prueba Dickey-Fuller tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos propios.....	23
Tabla 2. Resultados del modelo ARIMAX (16,1,1) para la tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos propios.....	23
Tabla 3. Prueba de significancia del modelo de pronóstico para la tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Notas: Cálculos Propios.....	24
Tabla 4. Prueba Ljung-Box tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos Propios	25
Tabla 5. Prueba Jarque-Bera tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Nota: Cálculos Propios	25

Pronóstico de la relación entre tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa desempleo en Colombia entre enero del 2010 hasta diciembre de 2018 mediante un modelo ARIMAX de series de tiempo.

Irma Andrea Guevara Bernal¹

Nidia Milena Guevara Bernal²

Resumen

El presente trabajo busca consolidar un modelo de pronóstico que permita predecir el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia, utilizando como variable exógena la tasa de desempleo. Se encuentra que ambas variables presentan una correlación, en su mayoría negativa, y que la tasa de subempleo subjetivo por competencias ha sido históricamente alta. Lo anterior, sugiere que las políticas públicas en materia laboral no han logrado generar empleo de calidad, al tiempo que, existe una desarticulación entre las habilidades y las necesidades de la demanda y la oferta de trabajo. Bajo la metodología Box-Jenkins se encuentra que el mejor modelo para evaluar este objetivo es un ARIMAX(16,1,1), el cual corrobora la influencia de la tasa de desempleo sobre la tasa de subempleo subjetivo por competencias, superando las pruebas de validación. Sin embargo, se concluye que, si bien la tasa de desempleo es relevante para entender el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias, no es suficiente para generar un pronóstico preciso y, es necesario incluir en estudios futuros variables de mayor influencia para lograrlo.

Palabras clave: Subempleo subjetivo, competencias, desempleo, calidad laboral, Box-Jenkins, Arimax

¹ Economista Universidad Militar Nueva Granada – iaquevarab@libertadores.edu.co

² Ingeniera Industrial Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales – nmguevarab@libertadores.edu.co

**Forecast of the relationship between the underemployment rate and the
unemployment rate in Colombia between January 2010 and December 2018,
using an Arimax time series model**

Abstract

This work seeks to consolidate a forecast model that allows predicting the behavior of the subjective underemployment rate by competencies in Colombia, using the unemployment rate as an exogenous variable. It is found that both variables have a correlation, mostly negative, and that the rate of subjective underemployment by competencies has been historically high. The above suggests that public policies in labor matters have failed to generate quality employment, while there is a disarticulation between the skills and needs of the demand and the supply of work. Under the Box-Jenkins methodology, it is found that the best model to evaluate this objective is an ARIMAX(16,1,1), which corroborates the influence of the unemployment rate on the subjective underemployment rate by competencies, passing the validation tests. However, it is concluded that although the unemployment rate is relevant to understand the behavior of the subjective underemployment rate by competencies, it is not sufficient to generate an accurate forecast and, it is necessary to include variables of greater influence in future studies to achieve it.

Keywords: Subjective underemployment, competencies, unemployment, work quality,
Box-Jenkins, Arimax

Capítulo 1

Introducción

Actualmente, frente al difícil panorama económico del país y que repercute directamente en los principales indicadores del mercado laboral, como el empleo y el desempleo, la población económicamente activa se ve en la necesidad de buscar alternativas de trabajo que les permita obtener una fuente de ingresos continua para suplir sus necesidades. En este sentido, los individuos al carecer de los recursos monetarios necesarios para asumir periodos de paro prolongados, optan por aceptar trabajos que no necesariamente se ajustan a sus objetivos, metas y expectativas, convirtiéndose así en subempleados.

El subempleo es uno de los desequilibrios más importante del mercado laboral, a través del cual es posible medir la calidad del empleo por medio de la oferta de trabajo y, al mismo tiempo, establecer la eficiencia del aparato productivo de un país. Su estudio se ha concentrado principalmente en el componente de ingresos. Sin embargo, en el presente trabajo se pretende abordar el subempleo subjetivo por competencias.

El subempleo subjetivo por competencias tiene lugar cuando los trabajadores tienen el deseo manifiesto de cambiar su empleo actual porque consideran que su formación profesional, experiencia y competencias laborales están siendo subutilizadas o subvaloradas. El proyecto se encuentra orientado a predecir el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias a través del tiempo y evaluando la importancia de la tasa de desempleo.

El trabajo se divide en cinco secciones siendo la presente introducción la primera. En la segunda parte se aborda el planteamiento del problema, el cual es desagregado mediante los objetivos y la justificación. En el tercer capítulo se expone de forma breve el marco teórico que aborda el mercado laboral, sus equilibrios y desequilibrios. La cuarta parte contiene el marco metodológico aplicado a los datos recopilados por medio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- acerca del subempleo subjetivo por competencias entre los años 2010 a 2018. Los resultados del modelo de pronóstico son

presentados en la quinta sección. Finalmente, en el capítulo sexto se detallan las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 2

Planteamiento del Problema

El empleo es uno de los pilares fundamentales de las economías a nivel mundial y Colombia no es la excepción a dicho fundamento. Sin embargo, existe una realidad palpable en medio de la población económicamente activa nacional que se encuentra actualmente laborando, y es que el subempleo se acrecienta de manera exponencial sin una plena identificación del por qué del indicador. Una de las posibles explicaciones puede ser el incremento en el subempleo por competencias que aborda el hecho de que el tipo de labor que desarrollan un empleado no compensa las expectativas de desarrollo profesional.

Por otra parte, surge la necesidad de pronosticar eventos con el objetivo de poder planear de un modo más eficiente las decisiones a tomar, en particular las causales que permiten que este tipo de fenómenos se presenten en el país pues a pesar de que se constituye un panorama a nivel internacional, se debería identificar las causas que incentivan que se convierta el subempleo por competencias en una cifra relevante a través del tiempo.

Teniendo en cuenta los argumentos descritos anteriormente, este trabajo de grado aborda el problema del subempleo por competencias en el que se caracterizará a través de un modelo pronóstico a través de Box-Jenkins multivariado. El problema concretamente lo hemos reducido por medio de la siguiente pregunta de investigación. ¿Es posible plantear un modelo de pronóstico que permita predecir el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en el país a través de los años, utilizando como variable exógena la tasa de desempleo nacional?

Objetivos

Para avanzar en la solución del problema se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General.

Plantear un modelo de pronóstico que permita predecir el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en el país a través de los años, utilizando como variable exógena la tasa de desempleo nacional.

Objetivos Específicos.

- Caracterizar el comportamiento del subempleo subjetivo por competencias, en Colombia entre los años 2010 al 2018, y la contribución de la tasa de desempleo en su comportamiento.
- Aplicar la metodología Box-Jenkins al modelo de pronóstico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias, en los últimos años, utilizando como variable exógena la tasa de desempleo nacional
- Validar el modelo de pronóstico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la contribución de la tasa de desempleo, entre los años 2010 y 2018. a través del uso de series de tiempo.

Justificación

Es una política de gobierno para el jefe de estado activo, independiente del periodo, que se creen y se mantengan los puestos laborales en su mandato. Asimismo, generar fuentes de trabajo para que se propicie una extensión de su régimen a futuro.

Para este gobierno no es desconocido ese propósito y la apuesta es el desarrollo de la economía naranja que no es más que la activación de personas en el mercado laboral y en el impulso de la tasa de ocupación a nivel nacional. Situación que ha propiciado que la gig economic del país se despierte y empiece su adaptación y participación en el mercado nacional.

Ahora bien, si el objetivo de los planes de gobierno es buscar la estabilidad en el mercado laboral y el incremento de los puestos de trabajo del país, se convierte en objeto de estudio, la caracterización de esos empleos puesto que es necesario identificar en la población ocupada la escala salarial, el tiempo de labor diaria, la

experiencia y la adaptación a la labor encomendada al trabajador, así como también la estabilidad y que tan cómodo se siente el trabajador desarrollando la labor que le fue encomendada.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- es el encargado de realizar mediciones del empleo y el desempleo de la población nacional, esta medición se hace parametrizada dentro del interés de las políticas objeto de estudio, entre ellas se encuentra el subempleo subjetivo por competencias que en su definición más descriptiva se trata del trabajador que ha manifestado mejorar sus ingresos, reducir sus horas de trabajo o tener una labor más acorde con su formación académica. (Organización Internacional del Trabajo, 2014, págs. 7-11).

Los pronósticos en la tasa de desempleo son comunes en las proyecciones que da la entidad oficial del país, sin embargo, identificar qué tanta incidencia tienen las variables de empleo subjetivo por competencias, relacionadas con la tasa de desempleo podría dar resultados y posibles propuestas nacionales de medición que permitan una caracterización de la demanda laboral versus la oferta de los puestos de trabajo.

Resultaría interesante también conocer que las propuestas del gobierno nacional respecto a la creación de nuevos puestos de trabajo van encaminadas a la necesidad de la población que es económicamente activa y que esperaríamos que el desarrollo enmarcado en el empleo subjetivo por competencias fuera la finalidad en la calidad de vida del trabajador.

Capítulo 3

Marco Teórico

Mercado de Trabajo

La interacción entre la demanda de trabajo, compuesta por los empleadores, y la oferta de trabajo, integrada por la mano de obra, constituye el mercado laboral. El punto en el que ambas curvas se interceptan establece el nivel de empleo de equilibrio de una economía. Entender el equilibrio del mercado de trabajo en las dos principales vertientes económicas permite abordar el subempleo subjetivo por competencias, el cual es considerado como un desequilibrio de este (Glyde, 1977, pág. 245).

Equilibrio Del Mercado De Trabajo En La Escuela Económica Clásica y Neoclásica

De acuerdo con los postulados de la escuela clásica y neoclásica, el equilibrio del mercado del trabajo se establece a través de la interacción entre la oferta y la demanda, dando como resultado la aplicación de la Ley de Say, que afirma que “*toda oferta crea su propia demanda*” (citado en Baumol, 1999, pág. 200).

Por lo cual, bajo un esquema de salarios flexibles, se garantiza el cumplimiento del supuesto de pleno empleo, en el que todos los trabajadores, simétricos entre sí, logran vender su factor de producción (trabajo) (Klimovsky, 2002, pág. 22), asegurando un equilibrio automático y permanente (Panza, s.f., pág. 1).

Existe desequilibrio (desempleo) en el mercado de trabajo, según los economistas clásicos y neoclásicos, se debe principalmente a la intervención de un agente exógeno, tal como el Estado o los sindicatos, que favorecen la rigidez de los salarios (Pigeon, 2008); o a la decisión voluntaria de los trabajadores al ser propietarios de otros factores de producción (tierra, capital), al no estar dispuestos a aceptar un nivel de salario inferior y/o a desplazarse de sus lugares de origen (Argoti, 2011, pág. 14).

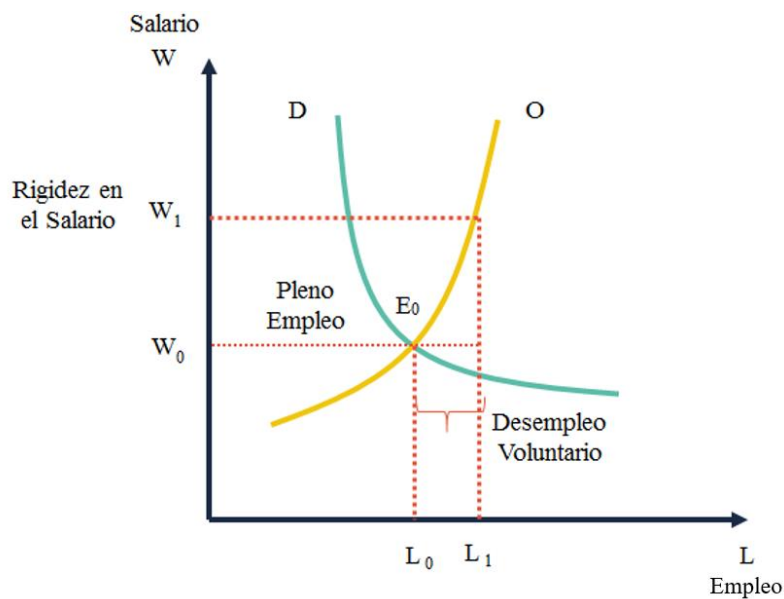


Figura 1 Equilibrio y desequilibrio del mercado de trabajo en la escuela clásica y neoclásica.
Elaboración propia

Equilibrio Del Mercado De Trabajo En La Escuela Keynesiana

La publicación de la Teoría de la ocupación, el interés y el dinero en 1936, por John Maynard Keynes, significó un cambio de paradigma en la percepción de las variables económicas y el comportamiento de diversos mercados, incluido el mercado de trabajo.

En este sentido, Keynes demostró que la Ley de Say no tiene validez en el mercado laboral (Ríos, 2012, pág. 22). Lo anterior, al considerar que la oferta agregada (total de bienes y servicios producidos) y la demanda agregada (total de bienes y servicios demandados), si bien tienen pendiente positiva, no se superponen, pues ante un incremento en el nivel de ingreso, el consumo también aumenta, aunque en una proporción inferior (Argoti, 2011, págs. 45 - 50).

Por lo cual, la producción potencial de la economía, que se encuentra en función del nivel de precios y la inversión, y es determinante para el empleo; está limitada y, para alcanzar el equilibrio, optará por ajustarse a la demanda agregada, reduciendo la ocupación de la mano de obra y generando un nuevo punto de

intersección, denominado demanda efectiva, que en todo caso será inferior al pleno empleo. (Keynes, 2001, págs. 39 - 42).

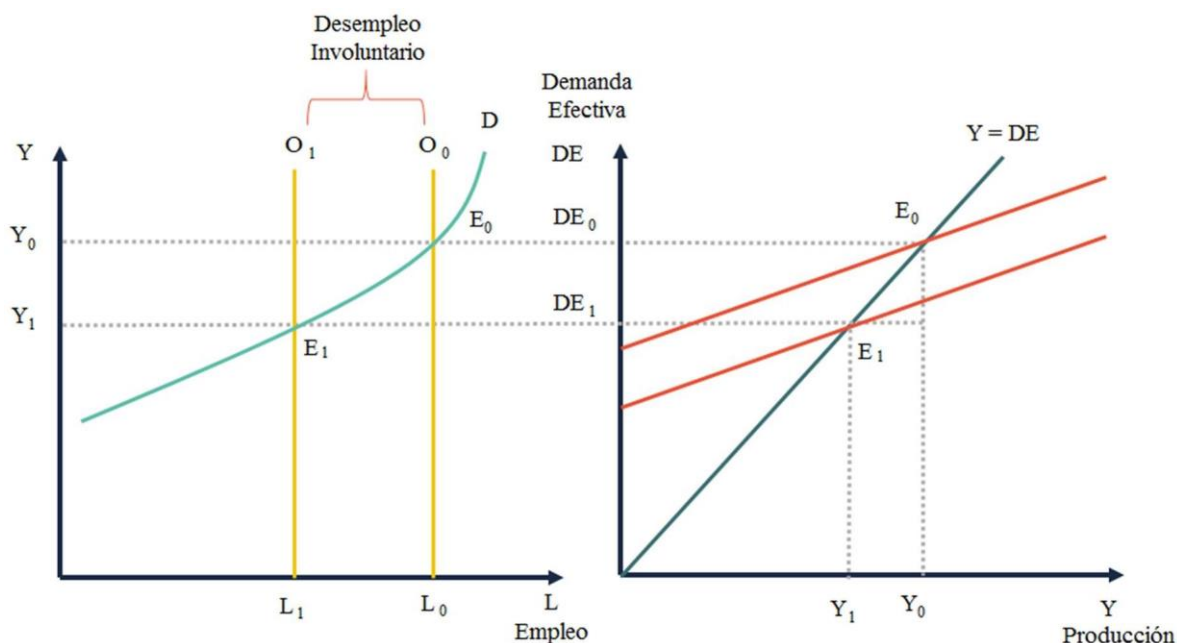


Figura 2 Equilibrio y desequilibrio del mercado de trabajo en la escuela Keynesiana. El subíndice 0 hace referencia al nivel de pleno empleo. Elaboración propia.

Keynes, a diferencia de los economistas clásicos y neoclásicos, reconoció la existencia del desempleo involuntario, al cual definió de la siguiente manera:

“[...] los hombres se encuentran involuntariamente sin empleo cuando, en el caso de que se produzca una pequeña alza en el precio de los artículos para asalariados, en relación con el salario nominal, tanto la oferta total de mano de obra dispuesta a trabajar por el salario nominal corriente como la demanda total de la misma a dicho salario son mayores que el volumen de ocupación existente [...]” (Keynes, 2001, pág. 33).

En concordancia con lo anterior, Keynes hace una clara distinción entre el salario nominal y el salario real, estableciendo que el primero es rígido pues, usualmente, los trabajadores no están dispuestos a aceptar una disminución en el salario nominal (Holmes & Hutton, 1996, pág. 1565; Rivot, 2001, pág. 134), mientras que, el segundo es determinante del nivel de empleo. al encontrarse, al igual que la producción, en función de los precios (Rivot, 2001, pág. 133).

El Subempleo Como Desequilibrio Del Mercado De Trabajo

El mercado de trabajo es volátil y susceptible a choques externos y aunque, en cierta medida, tiene la capacidad de autorregularse este proceso no es inmediato (Green & Hensenke, 2016, pág. 515) y algunos de los desequilibrios tienen un componente más permanente que estacional (Wilkins & Wooden, 2011, pág. 13).

Comúnmente, se considera el desempleo como el único desequilibrio del mercado laboral, de tal forma que existe un amplio número de investigaciones de este fenómeno. No obstante, existen otros desequilibrios que requieren mayor atención, como el subempleo (Puyana, Ramos & Zarate, 2011, pág. 5; Maynard & Feldman, 2011, pág. 1).

Definir el subempleo es un asunto complejo, especialmente, al considerar que obedece a un criterio subjetivo de las personas (Glyde, 1977, pág. 246; Puyana, Ramos & Zarate, 2011, pág. 5). Sin embargo, se considera que la definición de Glyde (1977) sintetiza las diferentes dimensiones de este desequilibrio, en donde se establece que el subempleo es:

“[...] una condición de empleamiento involuntario donde los trabajadores están en trabajos, ya sean de medio tiempo o tiempo completo, en el cual sus habilidades, incluyendo entrenamiento en experiencia formal o de trabajo, están técnicamente subutilizados y por consiguientes subvalorados relativos a aquellas de otros individuos de habilidades similares quienes han hecho una inversión equivalente en el desarrollo de sus aptitudes” (pág. 246).

De acuerdo a lo anterior, vale la pena resaltar la importancia de la subutilización de la mano de obra para abordar el subempleo, pues esto no es más que un indicativo de la ineficiencia del sistema productivo de una economía (Ramos, 1993, pág. 226), al tiempo que, ofrece una perspectiva de la calidad del trabajo desde el punto de vista de la oferta laboral (Rodríguez & Calderón, 2015, pág. 47; Uribe, Ortiz & García, 2008, pág. 214).

Clasificación del subempleo.

Actualmente, la Organización Internacional del Trabajo -OIT- agrupa los diferentes tipos de subempleo en dos grandes ramas. La primera de ellas hace referencia al subempleo por insuficiencia de horas, dentro del cual se encuentran todas aquellas personas que están disponibles y desean trabajar más horas de las que laboran (Organización Internacional del Trabajo, 2014, págs. 7-11), siempre que este tiempo adicional no sobrepase el máximo legal establecido.

La segunda de ellas abarca a los subempleados en situaciones de empleo inadecuado ya sea por competencias; pues los trabajadores desean encontrar un trabajo acorde a su educación, habilidades y experiencia (Maynard & Feldman, 2011, pág. 1) y por ingresos o por horarios excesivos (Organización Internacional del Trabajo, 2014, págs. 7-11).



Figura 3 Clasificación del subempleo de acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo. Organización Internacional del Trabajo, 2014.

En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE- ha adoptado la clasificación de la OIT para realizar las mediciones del subempleo. No obstante, excluye dentro de su identificación y análisis el subempleo por horarios excesivos.

De forma adicional, el DANE hace una clara distinción entre el subempleo subjetivo, en el que se hallan los individuos que tienen el deseo manifiesto de cambiar de empleo, y el objetivo en donde están las personas que además de poseer dicho deseo han realizado alguna gestión para materializar el cambio de trabajo. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2019, pág. 25).

Relación entre el desempleo y subempleo.

Existe una estrecha relación, aunque no tan obvia, entre el desempleo y el subempleo. A pesar de que cada uno de estos desequilibrios analiza la ineficiencia del mercado de trabajo en poblaciones distintas (desocupados y ocupados respectivamente) es posible afirmar que el subempleo se encuentra en gran medida explicado por el desempleo.

Lo anterior, al considerar que ante un incremento en el desempleo, el salario de reserva (salario por el cual al individuo le es indiferente estar ocupado o desocupado) disminuye (Puyana, Ramos & Zarate, 2011, pág. 7) y las personas, que comúnmente carecen de los recursos monetarios suficientes que les permita sostenerse económicamente durante periodos prolongados de paro, prefieren tener un empleo con el cual poder cumplir con sus obligaciones a no tener ninguno (Jusidman, 1971, págs. 274-275).

Series de tiempo

Las series de tiempo son un conjunto de observaciones, de una o más variables (X_t), recolectadas durante periodos (t) específicos. Por medio de ellas, es posible identificar el comportamiento, que suele parecer aleatorio, de la variable de interés. Análisis que no es posible realizar a través de métodos estadísticos convencionales (Shumway & Stoffer, 2017, pág. 8).

Principales componentes de las series de tiempo.

De acuerdo a Adhikari & Agrawal (2013, pág. 12) las series de tiempo pueden verse afectadas por diferentes componentes como:

- **Tendencia:** Comportamiento sostenido de una variable tendiente a disminuir, aumentar o mantenerse estable en el largo plazo. Este comportamiento puede ser descrito de la siguiente forma:

$$x_t = m_t + \varepsilon_t$$

Donde m_t hace referencia a la tendencia.

- **Ciclos:** Cambios en el comportamiento de una variable como consecuencia de circunstancias repetitivas en el mediano plazo.
- **Estacionalidad:** Modificaciones en la conducta de una variable explicadas por la presencia de condiciones estacionales.
- **Aleatoriedad:** Alteraciones en la conducta de una variable por situaciones impredecibles y sin un patrón regular.

La presencia de uno o varios de estos componentes puede dificultar el análisis de las series temporales y su pronóstico. Sin embargo, es posible atenuar o eliminar su presencia convirtiéndolas en estacionarias.

Series de tiempo estacionarias.

Una serie de tiempo es estacionaria cuando “[...] su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende sólo de la distancia o retardo entre estos dos periodos, y no del tiempo en el cual se calculó la covarianza [...]” (Gujarati & Porter, 2010, pág. 740). Matemáticamente puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_t) &= \mu, \\ \text{var}(\varepsilon_t) &= E(\varepsilon_t - \mu)^2 = \sigma^2, \\ \gamma_k &= E[(\varepsilon_t - \mu)(\varepsilon_{t+k} - \mu)] \end{aligned}$$

Donde γ_k corresponde a la covarianza entre Y_t y Y_{t+k} .

Dentro de los principales modelos de series de tiempo estacionarias se encuentran los procesos Autorregresivos (AR), los procesos de Medias Móviles (MA) y los procesos Autorregresivos de Medias Móviles (ARMA).

Procesos Autorregresivos - AR(p).

Un proceso autorregresivo - AR(p) se encuentra definido por la función:

$$Y_t = \alpha + \phi Y_{t-1} + \dots + \phi Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde p corresponde al número de términos autorregresivos, ϕ es una constante $\neq 0$ y $\varepsilon_t = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \varepsilon_t$. Por lo cual el proceso AR(p) puede ser expresado como:

$$\text{Donde } \alpha = \mu(1 - \phi_1 - \dots - \phi_p). \text{ Por lo cual el proceso AR(p) puede ser expresado}$$

como:

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \varepsilon_t$$

O de forma más concisa como:

$$\phi(B) Y_t = \varepsilon_t$$

Siendo $\phi(B)$ conocido como el operador autorregresivo establecido como:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$$

Procesos de Medias Móviles - MA(q).

Un proceso de Medias Móviles - MA(q) es una combinación de lineal de un promedio medio de los términos de error. Matemáticamente puede ser expresado de la siguiente forma:

$$Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Donde q hace referencia al número de términos de medias móviles. De igual forma, el proceso de MA(p) puede escribirse de forma simplificada como:

$$Y_t = \theta(B) \varepsilon_t$$

Estando el operador de Medias Móviles $\theta(B)$ definido como:

$$\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$$

Procesos Autorregresivos de Medias Móviles - ARMA(p,q).

Los procesos Autorregresivos de Medias Móviles son un tipo de series de tiempo estacionarias que combinan las características de los procesos AR(p) y MA(q). Puede ser expresado como:

$$Y_t = \alpha + \phi Y_{t-1} + \dots + \phi Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Y de manera abreviada como:

$$\phi(B)Y_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

Series de tiempo no estacionarias.

Procesos Autorregresivos de Medias Móviles Integrados - ARIMA(p,d,q).

En las series temporales no estacionarias se incumplen los supuestos de media y varianza constante en el tiempo. En concordancia con lo anterior, para poder realizar un análisis de la variable de interés se requiere diferenciarla d veces. Matemáticamente se encuentran definidos como:

$$\phi(B)(1-B)^d Y_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

Siendo d el orden de diferenciación.

Procesos Autorregresivos de Medias Móviles Integrados con Variables Exógenas - ARIMAX(p,d,q).

Las variables exógenas permiten explicar la variable de interés. A este tipo de procesos se le conocen como ARIMAX(p,d,q) y se encuentran descritos por:

$$\phi(B)(1-B)^d Y_t = \lambda X_t + \theta(B)\varepsilon_t$$

Donde X_t hace referencia a la variable exógena.

Metodología Box-Jenkins.

George Box y Gwilyn Jenkins publicaron en la década de los años 70's el libro *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, a través del cual proponen una nueva metodología que permite hallar el mejor ajuste de un modelo, para realizar pronósticos con mayor grado de precisión (Hyndman, 2001, pág. 1).

La metodología Box-Jenkins, también conocida como metodología ARIMA, consiste en un proceso iterativo (Gujarati & Porter, 2010, págs. 777-778) cuyas fases son las siguientes:

- **Identificación:** Consiste en identificar las características de la serie de tiempo y encontrar, a través del autocorrelograma y el autocorrelograma parcial los valores adecuados para p , d y q .
- **Estimación:** Tras hallar los valores de p , d y q adecuados para el modelo se procede a estimar los parámetros de cada uno de ellos.
- **Exámen de diagnóstico:** Tras seleccionar un modelo ARIMA se evalúa si el modelo se ajusta a los datos de forma razonable o es necesario estimar otro.
- **Pronóstico:** Con posterioridad a validar la pertinencia del modelo se realiza el pronóstico para un lapso de tiempo determinado.

Este proceso debe ser aplicado hasta encontrar el modelo que mejor se adecue. Para ello, es necesario transitar por las diferentes fases hasta lograrlo. La figura 4 ilustra mejor este procedimiento.

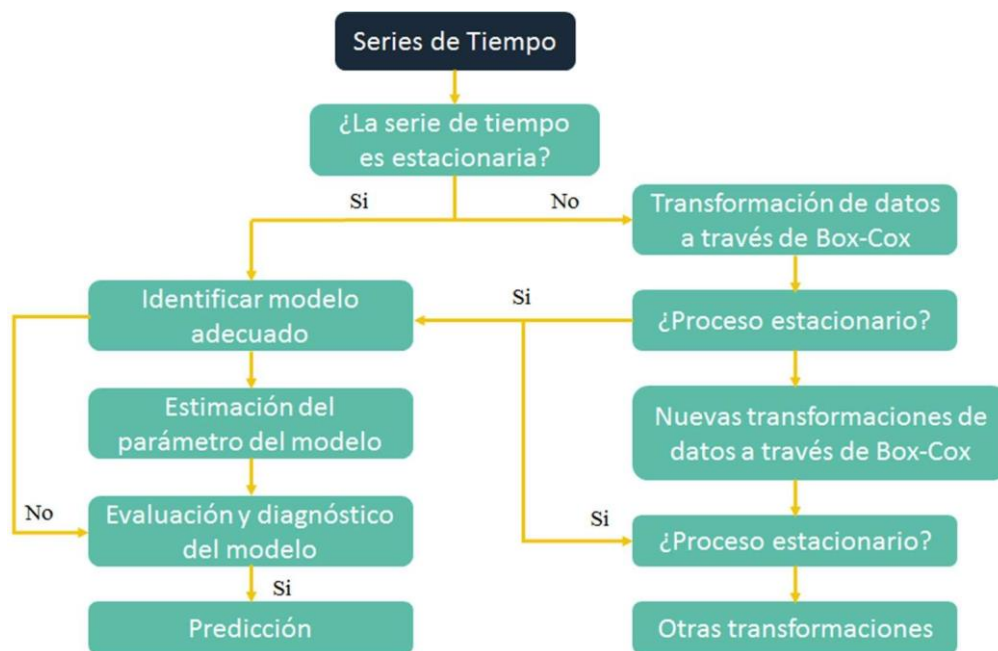


Figura 4 Proceso de iterativo de la metodología Box-Jenkins.

Capítulo 4

Marco Metodológico

Tipo de investigación

Para poder consolidar un modelo que permita generar un pronóstico del comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia y la incidencia de la tasa de desempleo en esta, se utiliza un tipo de investigación mixta, pues se combina el método exploratorio y el descriptivo.

Estos métodos en conjunto arrojan un panorama más completo acerca del comportamiento histórico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo en Colombia al permitir describirlo, analizarlo y evaluarlo a futuro de forma simultánea.

Investigación exploratoria.

La tasa de subempleo es un indicador del mercado laboral poco abordado. Esto se evidencia particularmente al considerar que la literatura económica casi nunca aborda este fenómeno de forma directa y sólo cobra relevancia como tema de interés tras periodos de crisis o altas tasas de paro. Si se delimita el estudio a la tasa de subempleo subjetivo por competencias este limitante es mucho mayor.

De igual forma, el estudio del subempleo se centra principalmente en la identificación de sus determinantes y, desde otras áreas, al reconocimiento de los efectos en la salud mental de los individuos, más no a un análisis de su comportamiento actual y futuro.

Investigación descriptiva.

El presente proyecto cabe dentro de la investigación descriptiva al considerar que se pretende identificar el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia y la incidencia de la tasa de desempleo en el mismo, mediante herramientas y

técnicas estadísticas con la finalidad de establecer una posible conducta de la variable a futuro.

Diseño Metodológico

Tipo de estudio.

En el presente proyecto se utiliza la metodología Box-Jenkins para generar un modelo que permita hallar la correlación entre la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo en Colombia, y generar un pronóstico de su posible comportamiento a futuro.

Área de estudio.

El área de estudio comprende el mercado de trabajo colombiano, dentro del cual se considera indicadores como la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo a nivel nacional. En análisis de las variables en conjunto permite identificar la pertinencia de las políticas públicas laborales en la generación de empleo de calidad.

Universo y muestra.

El universo del presente trabajo corresponde, en el caso de la tasa de subempleo subjetivo por competencias, a la totalidad de los ocupados a nivel nacional que expresó encontrarse en dicha situación. Para la tasa de desempleo, el universo abarca la totalidad de los desocupados en el país. Para ambas variables se considera una medición de carácter mensual entre el 2010 y el 2018.

Métodos e instrumentos de recolección de datos.

Las variables sujetas a análisis corresponden a la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo, ambas a nivel nacional y que se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Tasa de Subempleo Subjetivo por Competencias} = \frac{\text{Total Subempleados Subjetivos por Competencias}}{\text{Total Ocupados}} \times 100$$

$$Tasa\ de\ desempleo = \frac{Total\ Desocupados}{Total\ Población\ Económicamente\ Activa} \times 100$$

Se utilizan los datos oficiales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE-, a través de la Gran Encuesta Integrada de Hogares -GEIH-. Estos datos tienen una publicación de carácter mensual y, a nivel nacional, se miden bajo esta misma periodicidad. Se limita el análisis al periodo comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2018, arrojando un total de 108 observaciones por cada una de las variables.

Plan de tabulación y análisis.

Con la principal finalidad de cumplir con cada uno de los objetivos planteados se realizan las adecuaciones necesarias a cada una de las variables para, con posterioridad, realizar un tratamiento estadístico que permita utilizar la metodología Box-Jenkins en RStudio. De esta forma, se realiza un acercamiento gráfico, se establecen distintos modelos ARIMAX(p,d,q), seleccionando el mejor y evaluando su pertinencia para generar un pronóstico.

Enfoque.

Se utiliza un enfoque mixto, pues se evalúan aspectos cuantitativos, correspondientes a las características de la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo, ambas de carácter continuo, y subjetivos por medio de los cuales se busca entender el comportamiento y la correlación entre dichas variables.

Capítulo 5

Análisis y Resultados

Caracterización del comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo y la tasa de desempleo.

El subempleo permite medir la incapacidad de una economía para generar puestos de trabajo de calidad. Por lo cual, altas tasas de este indicador se relacionan con la ineficiencia de un país a la hora de absorber la mano de obra disponible.

Al considerar el comportamiento del subempleo subjetivo por competencias en Colombia, para el periodo comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2018, se observa que, históricamente, este ha presentado tasas considerablemente altas (de dos dígitos), cuyo valor máximo fue de 18,59% en mayo de 2013 y un mínimo de 12,47% en febrero de 2018. La figura 5 permite apreciar, de forma adicional, que la tasa de subempleo subjetivo por competencias, para el periodo sujeto de análisis, presenta un alto grado de volatilidad e incluso un comportamiento cíclico a lo largo del tiempo.

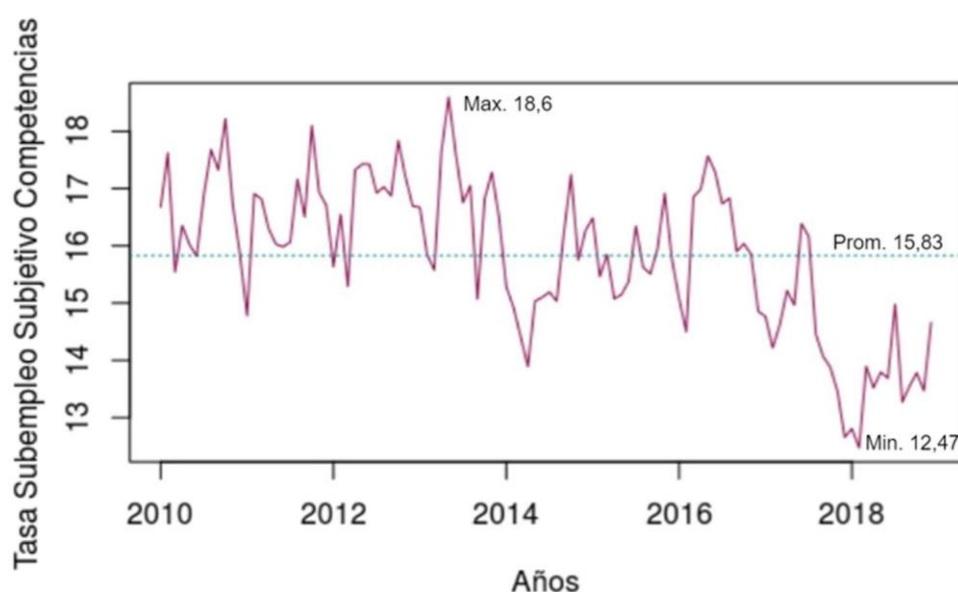


Figura 5 Tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2010 - diciembre 2018.

Sin embargo, para entender el comportamiento del subempleo subjetivo por competencias en Colombia, de forma más completa, se requiere incluir dentro del análisis una variable que permita explicar su dinamismo en el tiempo. En este caso, la tasa de desempleo a nivel nacional para el mismo periodo.

En la figura 6 se puede observar que, a medida que la tasa de subempleo subjetivo por competencias aumenta, la tasa de desempleo nacional disminuye, lo que podría indicar que las personas aprecian más la labor que tienen y que por ende no se propende cambiar de labor sino que la percepción es valorar el trabajo que se posee.

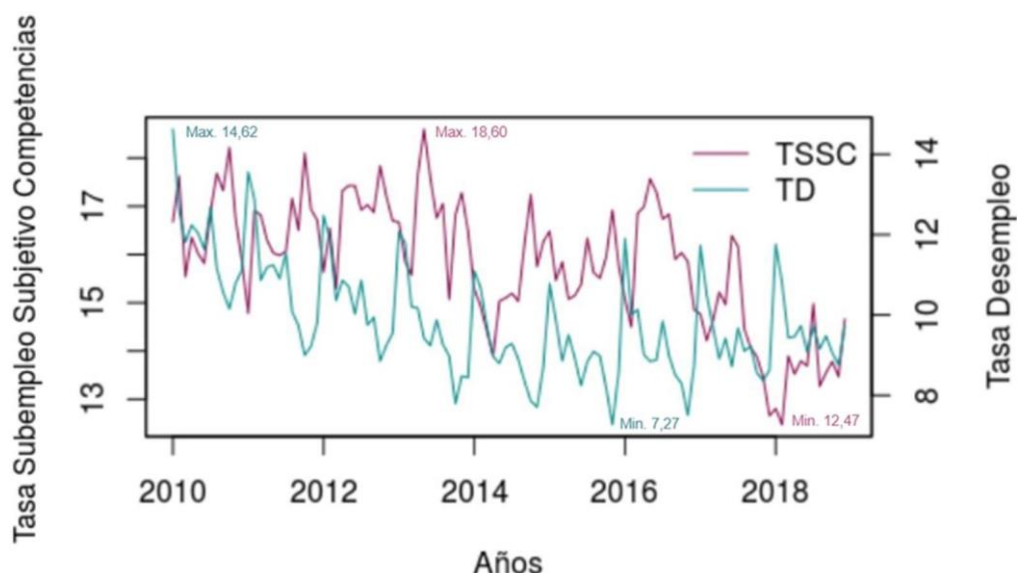


Figura 6 Tasa de subempleo subjetivo por competencias y tasa de desempleo en Colombia enero 2010 - diciembre 2018

Para el 2010 esta afirmación pareciera no ser cierta si se considera que el nivel de ambas variables es equiparable. Sin embargo, este periodo recoge los efectos de la crisis hipotecaria de 2008 - 2009 a nivel mundial y, por ende, una incertidumbre económica que afectó las expectativas de los individuos en cuanto al panorama laboral.

Entre los años 2012 y 2017 se observa un comportamiento opuesto mucho más marcado, lo cual concuerda con lo esperado y que se explica en gran medida por un periodo de recuperación económica impulsado por la política monetaria adoptada

por el Banco de la República (s.f.), encaminada a “...mantener una tasa de inflación baja y estable, y alcanzar el máximo nivel sostenible del producto y el empleo”. Esto hizo que el nivel de paro descendiera, a pesar que esta disminución no se tradujo necesariamente en la creación de puestos de trabajos de calidad, acordes con la formación y expectativas de las personas y, por ende, desencadenó un alto grado de insatisfacción laboral de los ocupados a nivel nacional reflejada en las altas tasas de subempleo subjetivo por competencias.

Identificación de la estacionariedad tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia.

La presencia de ciclos dentro de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia, durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2018, se detalla de forma más clara al considerar el autocorrelograma y el autocorrelograma parcial de la misma. Estos se realizaron teniendo en cuenta un modelo de entrenamiento para la variable, el cual abarca un periodo comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2017.

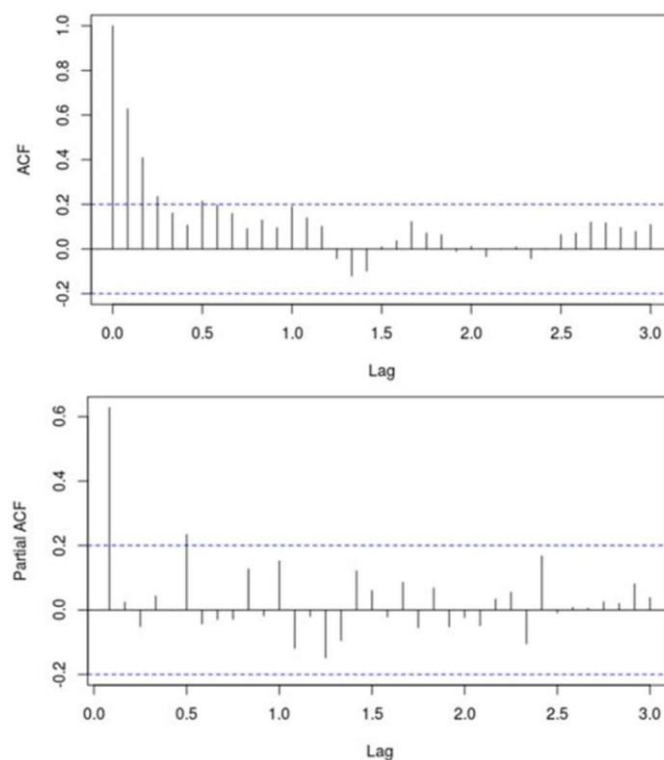


Figura 7 Autocorrelograma y autocorrelograma parcial de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2010 - diciembre 2017.

La no estacionariedad de la tasa de subempleo subjetivo por competencias se concluye al tener en cuenta la prueba de Dickey-Fuller (tabla 1), en la cual se acepta la hipótesis nula que afirma que la variable no es estacionaria.

Augmented Dickey-Fuller Test
data: TSSCE
Dickey-Fuller = -3.3473, Lag order = 4, p-value = 0.06782
alternative hypothesis: stationary

Tabla 1 Prueba Dickey-Fuller tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos propios.

Estimación del modelo

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se establece un modelo ARIMAX (16,1,1) con los siguientes resultados.

Series: TSSCE

Regression with ARIMA(16,1,1) errors

	ar5	ar16	ma1	TD0	TD2
Coefficients:	-0.2475	-0.2029	-0.4123	-0.33	-0.1009
s.e.	0.1031	0.1097	0.1094	0.0794	0.0463

sigma^2 estimated as 0.7407: log likelihood=-110.56

AIC=233.12 AICc=234.08 BIC=248.45

Training set error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE
Training set	-0.0911173	0.7657478	0.6360451	-0.7588322
	MAPE	MASE	ACF1	
Training set	3.982671	0.6171121	0.01454876	

Tabla 2 Resultados del modelo ARIMAX (16,1,1) para la tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos propios.

Al considerar la significancia de cada uno de los parámetros se encuentra que todos los coeficientes, salvo el AR(16), son estadísticamente significativos. Sin

embargo, se opta por no excluir dicho parámetro del análisis, pues afecta considerablemente la validez de los demás coeficientes.

ar5	ar16	ma1	TD0	TD2
-2.400542	-1.849349	-3.767435	-4.154264	-2.178118

Tabla 3 Prueba de significancia del modelo de pronóstico para la tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Notas: Cálculos Propios

De forma gráfica es posible apreciar cómo el modelo planteado se ajusta considerablemente bien al comportamiento real de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia para el periodo de análisis. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta el autocorrelograma y el autocorrelograma parcial, se evidencia como este presenta un comportamiento estacionario, mientras que los errores se ajustan a un comportamiento normal.

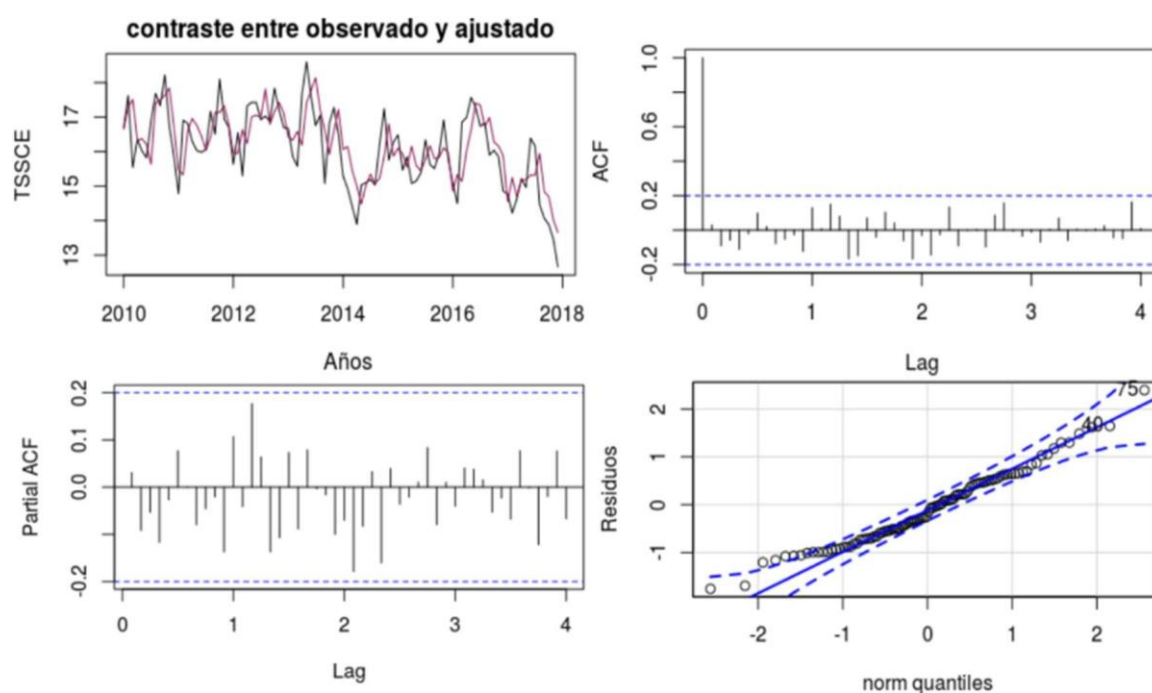


Figura 8 Evaluación gráfica de la pertinencia del modelo para la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia.

Validación de supuestos

Con el ánimo de confirmar la pertinencia del modelo elegido, se procede a realizar la validación de los supuestos de autocorrelación serial y normalidad de los residuos.

En el primer caso, se realiza una prueba de Ljung-Box. Los resultados arrojados permiten concluir que los errores son independientes y, por ende, no existe autocorrelación serial de los mismos, aceptando la hipótesis nula.

Box-Ljung test
data: Residuos
X-squared = 0.020962, df = 1, p-value = 0.8849

Tabla 4 Prueba Ljung-Box tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Cálculos Propios

En segundo lugar, la normalidad de los errores se confirma a través de la aplicación del test Jarque-Bera, pues el valor del p-value permite también aceptar la hipótesis nula en este caso.

Jarque Bera Test
data: Residuos
X-squared = 2.1811, df = 2, p-value = 0.336

Tabla 5 Prueba Jarque-Bera tasa de subempleo subjetivo por competencias enero 2010 - diciembre 2017. Nota: Cálculos Propios

Pronóstico del modelo

Una vez evaluada la pertinencia del modelo para pronosticar el subempleo subjetivo por competencias en Colombia, se encuentra que, si bien este cumple con todos los supuestos y tiene un grado de ajuste frente al modelo real considerable, las variables no se relacionan de manera óptima deseada para realizar un pronóstico de la variable.

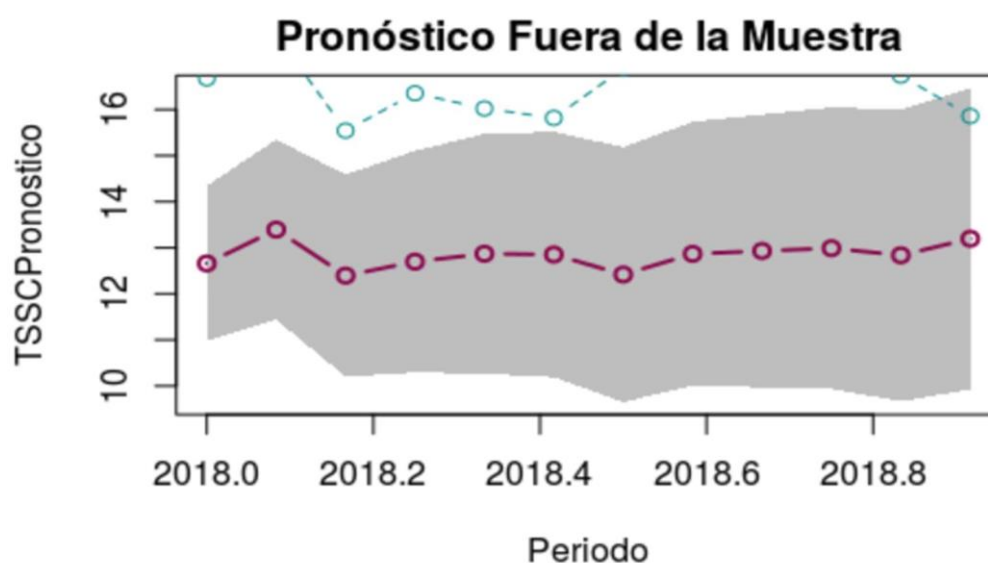


Figura 9 Pronóstico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia enero 2018 - diciembre 2018.

Al considerar lo anterior y teniendo en cuenta que el modelo elegido fue el de mayor pertinencia frente a otros evaluados, es posible intuir que aun cuando la tasa de desempleo contribuye en cierta medida a explicar el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias, esta variable no es del todo determinante y es necesario incluir dentro del análisis otras de mayor relevancia.

Capítulo 6

Conclusiones y Recomendaciones

El subempleo subjetivo por competencias en Colombia es un fenómeno poco estudiado. Sin embargo, cobra gran relevancia para poder establecer la pertinencia de las políticas económicas a nivel nacional y su incidencia en el mercado laboral.

Entre 2010 y 2018, el subempleo subjetivo por competencias se ha caracterizado por presentar altas tasas y, en su mayoría, tener un comportamiento opuesto al de la tasa de desempleo a nivel nacional. Lo anterior, podría indicar que la estabilidad macroeconómica del país en dichos periodos no se encuentra estrictamente relacionada con una mejoría en la calidad del empleo, sino en la creación de puestos de trabajo que distan de la formación y expectativas de los individuos. Por lo cual, es necesario direccionar parte de los esfuerzos a la generación de empleo calificado al mismo tiempo que se adopten esquemas de educación acordes con las necesidades de la oferta laboral.

Por medio de la metodología Box-Jenkins fue posible encontrar un modelo de tipo ARIMAX para la tasa de subempleo subjetivo por competencias, utilizando como variable exógena la tasa de desempleo a nivel nacional. Se encuentra que este demuestra ser pertinente a la hora de validar cada uno de los supuestos del modelo, al tiempo que se corrobora que la tasa de desempleo es relevante para explicar el comportamiento de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia.

Tras considerar la exactitud del modelo para realizar un pronóstico de la tasa de subempleo subjetivo por competencias en Colombia es posible concluir que la tasa de desempleo pese a ser relevante para explicar el comportamiento de la primera, no es suficiente para establecer un pronóstico acertado. Por lo cual, se sugiere en estudios posteriores incluir nuevas variables como la tasa de inflación y la tasa de informalidad para poder generar un buen pronóstico.

Bibliografía

- Adhikari, R., Agrawal, R. (2013). An introductory study of time series modeling and forecasting. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT academic publishing. Disponible en: DOI: 10.13140/2.1.2771.8084.
- Argoti, A. (2011). Algunos elementos sobre la teoría clásica del empleo y la versión keynesiana. *Tendencias*. Vol. 12(2). pp 35-57. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3854586.pdf>
- Baumol, W. (1999). Retrospectives: Say's Law. *The Journal of Economic Perspectives*. Vol. 13(1). pp. 195-204. Disponible: <https://www.jstor.org/stable/2647144>.
- Banco de la República. (s.f.). Política Monetaria: la estrategia de inflación objetivo en Colombia. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/politica-monetaria>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). Boletín Técnico Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) Enero 2019. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_ene_19.pdf
- Green, F., Henseke, G. (2016). Should governments of OECD countries worry about graduate underemployment?, *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 32(4). pp. 514-537. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1alpjbOsDmLKQk75MWylFoOihPxrKiVzf>
- Glyde, G. (1977). Underemployment: Definition and causes. *Journal of Economic Issues*. Vol. 11(2). pp. 245-260. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/4224588><https://www.jstor.org/stable/4224588>
- Gujarati, D., Porter, D. (2010). *Econometría*. México DF. México: McGraw- Hill Interamericana Editores, S.A
- Holmes, J., Hutton, P. (1996). Keynesian involuntary unemployment and sticky nominal wages. *The Economic Journal*. Vol. 106(439). pp. 1564-1585. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2235201>

- Hyndman, R. (2001). Box-Jenkins modelling. Disponible en: <https://robjhyndman.com/papers/BoxJenkins.pdf>
- Jusidman, C. (1971). Conceptos y definiciones en relación con el empleo, el desempleo y el subempleo. *Demografía y economía*. Vol. 5(3). pp. 269-286. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/40601936>
- Keynes, J. (2001). Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero (E. Hornedo, Trans) 3ra Edición. Argentina: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1936). Disponible en: <http://www.listinet.com/bibliografia-comuna/Cdu332-38FB.pdf>
- Klimovsky, E. (2002). Desempleo involuntario y síntesis neoclásica: la teoría de Patinkin. *Investigación Económica*. Vol 62(241). pp 17-34. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/42777578>
- Maynard, D., Feldman, M. (2011). Introduction. En Maynard, D., Feldman, D. (Ed.), *Underemployment: Psychological, economic and social changes* (pp. 1-12) New York, USA: Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Disponible en: DOI 10.1007/978-1-4419-9413-4.
- Muñoz Leal, A., & Porras Rodríguez, J. A. Determinantes del subempleo en las siete principales áreas metropolitanas de Colombia 2001-2006 (tesis pregrado). Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/12500/T10.09%20M926d.pdf;jsessionid=D64876EE61DD6BC9E29FB7218A523C2E?sequence=1>
- Organización Internacional del Trabajo. (2014). *Hacia el derecho al trabajo: una guía para la elaboración de programas públicos de empleos innovadores*. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_563303.pdf
- Ortíz, C., Uribe, J. & García, G. (2008). Informalidad y Subempleo: Un modelo Probitbivariado aplicado al Valle del Cauca. *Sociedad y Economía* (3). Disponible en: http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/sociedad_y_economia/article/view/4117/6325
- Panza, R. (s.f.). *Macroeconomía I: XII Mercado de Trabajo y Empleo*. Disponible en:

http://www.ricardopanza.com.ar/files/macro1/Macro_I_12_Mercado_de_Trabajo.pdf

Pigeon, A. (2008). Desempleo Voluntario. *Tiempo Económico*. Vol 3(10). pp 5-14. Disponible en: <http://tiempoeconomico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/07/10te1.pdf>.

Puyana, R., Ramos, M., Zarate, H. (2011). Determinantes del subempleo en Colombia: un enfoque a través de la compensación salarial. *Borradores de Economía*. (652). Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra652.pdf>

Ramos, J. (1993). El problema del empleo: enfoques ortodoxos y estructurales. *Cuadernos de Economía*. Vol. 30(90). pp. 225-246. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/41951241>

Ríos, J. (2012). La Teoría General de Keynes y la macroeconomía moderna. *Investigación Económica*. Vol. 71(279). pp 19-37. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/42779219>.

Rodríguez, G., Calderón, M. (2015). La economía informal y el desempleo: el caso de la ciudad de Bucaramanga (Colombia). *Innovar: revista de ciencias administrativas y sociales*. Vol. 25(55). pp. 41-58. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/24329644>

Rivot, S. (2001). The evolution of the concept of involuntary unemployment: from Keynes to the new Keynesians. *History of Economic Ideas*. Vol 9(1). pp. 121-144. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/23723594>

Uribe, J., Ortiz, H., García, G. (2008). Informalidad y subempleo: dos caras de la misma moneda. *Cuadernos de Administración*. Vol. 21(37). Disponible en: https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/3900

Shumway, R., Stoffer, D. (2017). *Time series analysis and its applications*. Springer. Disponible en: DOI 10.1007/978-3-319-52452-8_1

Wilkins, R., Wooden, M. (2011). *Economic Approaches to Studying Underemployment*. En Maynard, D., Feldman, D. (Ed.), *Underemployment: Psychological, economic and social changes* (pp. 13-34) New York, USA:

Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Disponible en: DOI
10.1007/978-1-4419-9413-4.

Apéndice. Código en R

Abriendo las librerías

```
library(forecast)
library(tseries)
library(car)
library(readxl)
```

Leyendo las bases de datos

```
TSSC<- read.delim("/cloud/project/Base1.txt")
TSSC.ts <- ts(TSSC, start = c(2010,1), freq = 12)
TSSCE<- ts(TSSC, start=c(2010,1), end=c(2017,12),freq=12)
TSSCP<- ts(TSSC, start=c(2018,1), end=c(2018,12),freq=12)
TMDes<-read.delim("/cloud/project/TD1.txt")
TMDes.ts<- ts(TMDes, start = c(2010,1), freq = 12)
TMDE<- ts(TMDes, start=c(2010,1), end=c(2017,12),freq=12)
TMDP<- ts(TMDes, start=c(2018,1), end=c(2018,12),freq=12)
```

Graficando la tasa de subempleo subjetivo por competencias

```
plot(TSSC.ts,type = "l", ylab = "Tasa Subempleo Subjetivo Competencias", xlab =
"Años", col="deeppink4")
abline(h=mean(TSSC.ts), col="cyan4",lwd=1, lty=3)
```

Realizando la comparación gráfica de la tasa de subempleo subjetivo por competencias y la tasa de desempleo

```
par(mar=c(5,4,4,5)+.1)
plot(TSSC.ts,type = "l", ylab = "Tasa Subempleo Subjetivo Competencias", xlab =
"Años", col="deeppink4")
legend("topright",legend=c("TSSC", "TD"),
      bty = "n",col=c("deeppink4", "cyan4"), lwd=1, lty=1)
par(new=TRUE)
```

```
plot(TD.ts,type = "l", ylab = "", xlab = "", col="cyan4",xaxt="n",yaxt="n")
axis(4)
mtext("Tasa Desempleo",side=4,line=3)
```

Generando el ACF y el PACF

```
acf(TSSCE, lag.max=36)
acf(TSSCE, lag.max=36)
```

Realizando la prueba de Dickey-Fuller

```
adf.test(TSSCE)
```

Estimando el modelo

```
ModeloAjustado<-Arima(TSSCE, order=c(16,1,1),
seasonal=list(order=c(0,0,0),period=12),
xreg = TMDE[,c(1,3)],
fixed = c(0,0,0,0,NA,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,NA,
NA,
NA,NA))
```

Generando los coeficientes del modelo

```
summary(ModeloAjustado)
```

Realizando la prueba de significancia a los coeficientes del modelo

```
ModeloAjustado$coef[ModeloAjustado$coef!=0]/sqrt(diag(ModeloAjustado$var.coef))
```

Generando los residuos y el modelo ajustado

```
Residuos<- residuals(ModeloAjustado)
Ajuste<- TSSCE-Residuos
```

Realizando la comparación entre modelos y verificando la pertinencia del modelo estimado de forma gráfica

```
plot(TSSCE, main="contraste entre observado y ajustado",xlab = "Años")
lines(Ajuste,col="deeppink4")
acf(Residuos,lag.max=48) # autocorrelación serial
pacf(Residuos,lag.max=48) # autocorrelación serial
qqPlot(Residuos) # evidencia de normalidad.
```

Realizando la prueba de Ljung-Box

```
Box.test(Residuos, type = "Ljung-Box")
```

Realizando la prueba de Jarque Bera

```
jarque.bera.test(Residuos)
```

Generando el pronóstico

```
predt<-forecast(ModeloAjustado, xreg = TMDP[,c(1,3)])
TSSCPronostico<-predt$mean
plot(predt,main="Pronóstico Fuera de la muestra")
TSSCPronostico.li <- predt$lower[,2]
TSSCPronostico.ls <- predt$upper[,2]
plot(TSSCPronostico, type="l", col="deeppink4", lwd=2,
      main="Pronóstico Fuera de la Muestra", xlab = "Periodo",
      ylim=c(min(TSSCPronostico.li,TSSCPronostico.ls),max(TSSCPronostico.li,TSSCP
ronostico.ls)))
polygon(c(time(TSSCPronostico.li),rev(time(TSSCPronostico.ls))),
        c(TSSCPronostico.li,rev(TSSCPronostico.ls)),
        col="gray", border=NA)
lines(TSSCPronostico, type="b", col="deeppink4", lwd=2)
lines(TSSCP, type="b", col="cyan4", lty=2)
plot(forecast(ModeloAjustado, xreg = TMDP[,c(1,3)]))
```